



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

**“Gestión del mantenimiento basado en la metodología TPM  
para mejorar la disponibilidad de la extrusora N° 1 Starlinger  
del área de extrusión en la Empresa El Águila SRL 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

**Br. Namuche Agurto, Edinson Javier (ORCID: 0000-0001-7973-7934)**

**ASESOR:**

**Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Sistemas y Planes de Mantenimiento**

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

A mis padres Paulo Namuche Fernández y Cruz Agurto Benites, a mi esposa Vania Chero Torres, a mis abuelos Deonicia Benites Yovera, Lorenza Fernández Suyon y Valentín Namuche Cobeñas, a mis hermanos Paulo Cesar y Verónica, y a toda mi familia en general por el apoyo incondicional.

**Edinson Namuche Agurto**

## **Agradecimiento**

A Dios por bendecirme la vida, por guiarnos a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A la universidad y a toda la escuela por hacer de mi un gran profesional, por brindarme oportunidades y enriquecerme en conocimientos.

**Edinson Namuche Agurto**

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice .....	iv
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>II. Método.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Diseño de investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Variables, Operacionalización.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3. Población y Muestra .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. Procedimiento .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6. Métodos de análisis de datos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>20</b>
<b>III. Resultados.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Estimar la condición actual de la maquina extrusora Starex 1500 ES de acuerdo con el área de trabajo y los planes de mantenimiento efectuados.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Realizar un plan de mantenimiento total para cada zona de trabajo donde se efectuará un cronograma de funciones a efectuar .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4. Efectuar el análisis económico, empleando indicadores como VAN, TIR, relación beneficio / costo .....</b>	<b>41</b>
<b>IV. Discusión .....</b>	<b>46</b>
<b>V. Conclusiones.....</b>	<b>47</b>
<b>VI. Recomendaciones.....</b>	<b>48</b>
Referencias.....	49

Anexos.....	53
-------------	----

## Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización.....	17
Tabla 2. Mecanismo.....	21
Tabla 3. Falla .....	23
Tabla 4. Códigos.....	24
Tabla 5. Funcionamiento de máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019.....	26
Tabla 6. MTBF máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019 .....	28
Tabla 7. MTTR máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019 .....	29
Tabla 8. Disponibilidad máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 201930	
TABLA 9. Incremento de Disponibilidad Anual máquina extrusora.....	34
Tabla 10. Anual preventivo.....	41
Tabla 11. Flujo de caja de proyecto .....	43
Tabla 12. Costos.....	44
Tabla 13. Utilidad .....	45

## Índice de Figuras

Figura 1. Motores de rodillos calientes.....	22
Figura 2. Bloque de embobinadoras. ....	22
Figura 3. Tiempos de operación funcionamiento y reparación de máquina extrusora.....	26
Figura 4. Número de paradas y tiempo de reparación (horas) máquina extrusora. ....	27
Figura 5. MTBF máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019 .....	28
Figura 6. MTTR máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019.....	29
Figura 7. Disponibilidad de la máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019.....	31
Figura 8. Incremento de Disponibilidad de la máquina extrusora. ....	34
Figura 9. Dosificador de materia prima.....	36
Figura 10. Material. ....	37
Figura 11. Matriz. ....	37
Figura 12. Rodillos de arrastre. ....	38
Figura 13. Horno .....	39
Figura 14. Rodillos de estiramiento. ....	39
Figura 15. Embobinadoras.....	40

## **Resumen**

La gestión de mantenimiento que se sugiere en la presente tesis, tiene por propósito, establecer planes y acciones que permitan mejorar los tiempos de parada de la extrusora N° 1 Starlinger del área de extrusión de la empresa el Águila s.r.l de la ciudad de Chiclayo; para lo cual en principio se realizará un diagnóstico del estado actual de todos los mecanismos que forman parte de estos procesos.

El diagnóstico consiste en saber los antecedentes de cada uno de los mecanismos, concretar si ha existido labor de mantenimiento preventivo, conocer el historial de fallas, determinar si el área de mantenimiento ha determinado cumplir las labores antes y después de haber acontecido alguna avería. La gestión del mantenimiento comienza con la forma de la adquirir los repuestos e insumos, la auditoría al mantenimiento, etc.

Los indicadores del mantenimiento, se han evaluado con información histórica de las fallas de los equipos, concretando la disponibilidad, la mantenibilidad, los tiempos entre fallas, dentro de un entorno de confiabilidad de los procesos; es muy importante tener presente que la gestión de mantenimiento que actualmente tiene la empresa, está más sujeto al proceso de elaboración de cintas que a los mecanismos que lo accionan.

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, Gestión de mantenimiento, auditoría al mantenimiento.



## **Abstract**

The maintenance management suggested in this thesis is intended to establish plans and actions to improve the downtimes of the No. 1 Starlinger extruder in the extrusion area of the company Aguila s.r.l in the city of Chiclayo; for which in principle a diagnosis will be made of the current state of all the mechanisms that are part of these processes.

The diagnosis consists in knowing the background of each of the mechanisms, specifying if there has been preventive maintenance work, knowing the history of failures, determining if the maintenance area has determined to perform the work before and after any breakdown has occurred. The maintenance management begins with the way of acquiring the spare parts and supplies, the maintenance audit, etc.

Maintenance indicators have been evaluated with historical information on equipment failures, specifying availability, maintainability, times between failures, within an environment of process reliability; It is very important to keep in mind that the maintenance management that the company currently has is more subject to the process of making tapes than to the mechanisms that drive it.

**Keywords:** Preventive maintenance, maintenance management, maintenance audit.

## I. INTRODUCCIÓN

Se exhibe un prototipo sosteniendo una parte aleatoria para mantener en continuo con respecto al tiempo. Es expuesta la consideración que posee la formación manteniendo a grado la parte de aventajar una parte íntegra y de gestión donde se verificará la unidad, este tipo de concepto es donde se verificaran los mantenimientos relativamente, todo ello en mejora para todo lo concerniente a la maquinaria. (Viveros, 2013)

En la sociedad Ciplas S.A.S tuvo como meta diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquina Botheven automática fondo plano, con el objetivo de aminorar los retrasos inesperados, por lo que estas tardan la producción y originan demoras en las transferencias de los encargos a los usuarios de la compañía. Se efectúa una evaluación de la máquina, con el propósito de dominarla mejor; luego a través de diversos temas y vistos se detalla cuáles son los motivos por los que existen los retrasos las que producen tiempos extensos y por tal motivo es debido que se efectúen y se vean la forma de prevenir dichos actos y efectos; finalmente, se recomienda el prototipo de prevenir un tipo de mantenimiento creado, por ello es precisable las conclusiones a las distintas formas en las cuales puedan quedar y verse reflejadas por ello se verá la parte lógica del cambio. (Rubio, 2019)

El problema del área de producción de telares de la empresa Sacos Durán REYSAC S.A, se presenta como objetivo mejorar el proceso de producción de sacos laminados y convencionales, mediante la caracterización de los diagramas de flujo del proceso y los estándares de productividad en el 2018 que es de 105.566.400 sacos/año, en base a registros se obtiene 126.854 horas de parada no programadas que generó un desperdicio de 612.307 sacos. Se plantea disminuir las mermas generadas mediante adquisición de maquinarias, instrumentos de control de calidad y capacitación, para el incremento de la productividad de la empresa con una inversión total de \$ 111.953,95 obteniendo un TIR=31%, VAN= \$ 82.827,12 y un PAYBACK= 1,9 años haciendo el proyecto rentable para la empresa. (Suárez, 2019)

En “industrias alimentarias S.R.L” Huancayo se están asimilando dos tipos de mediciones de puntuación y también se está asignando que la desigualdad sea estadísticamente relevante. Mediante la verificación documentaria, percepción, reportes, tablas de datos relativos a la maquinaria de esa empresa. Están también incluyendo el enfoque mantenimiento productivo total (TPM) a la gestión como ente modificador logran conseguir un mejor campo de acción y solución de problemas, logrando aumentar de disponibilidad. Cabe mencionar que gracias al TPM les permite adelantarse a los futuros problemas. (Armas, 2016)

El tema es formular un modelo de Gestión de Producción para eludir la omisión de las fechas de adjudicación de los productos en una empresa de plásticos colapsables. El cual se basa principalmente en el estudio de las ventas perdidas fabricado por el área de ventas, el cual se encuentra obsoleto de la realidad, provocando así, que mano de obra y maquinaria no sea la correcta para consumir con la producción solicitada por los clientes. (De Dios Crisanto, 2016)

La recomendación para diseñar un plan de mantenimiento preventivo en la industria de inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C. Su trascendencia reside en la exigencia de disminuir y suprimir las paradas reiteradas y repentinas que crean desorientaciones en la producción de la empresa. Así como también la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo, en base a sus efectos adquiridos en el año 2014. Y que actos se tomaron para alcanzar los objetivos. Así como también anunciamos los indicadores iniciales antes de la implementación del mantenimiento preventivo. (Chávez, 2017)

La Empresa el águila SRL está dentro del rubro encargado de confeccionar telas y sacos de polipropileno, se encuentra ubicada en la vía de evitamiento Km 2.5 de la Victoria. La empresa tiene una producción diaria de 20 toneladas.

La eficiencia de la extrusora N° 1 STAREX 1500 ES se ha visto afectada por 1 parada diaria de una hora con 15 min, teniendo presente que esta máquina abastece el 35% de la planta esta área se cuenta con cuatro

máquinas a las que se frenan el proceso a efecto de las fallas fortuitas de los equipos eléctricos y mecánicos. Estas suspensiones son provocadas por falta de mantenimiento puntual y practico. Ocasionando hasta el 40% de pérdidas en la producción originadas por las máquinas deterioradas, ajustes, detenciones menores, deficiencias de calidad, disminución de velocidad y productividad.

En dónde la producción diaria de la máquina es: 3200 kg a 350 m/min. Cuando lo normal debería de ser: 4500 kg a 420 m/min, Pero por paradas inesperadas se está disminuyendo la producción en un 40% en cada máquina ya que el plan de mantenimiento no se cumple de acuerdo con el ciclo de vida de los equipos, la falta de repuestos es evidente por las pérdidas de producción lo que ocasiona al incumplimiento de pedidos, se necesita tener un mayor control de acuerdo con el tiempo de trabajo de cada máquina y cumplir con el mantenimiento preventivo en el tiempo correcto. Esto es apto para construir un buen presupuesto mensual del costo de mantenimiento, poseer el stop indispensable de repuestos en almacén.

La investigación ejecutada nos muestra el planteamiento formulado de un plan de mantenimiento preventivo estando este basado en la filosofía del TPM, en dónde se evidencian la parte alta de cada costo producidos por las maquinarias y los diversos equipos, y esto sin lugar a dudas es pro la falta de implementación de este proyecto. Se califica mantenimiento al método por el cual un definido bien percibe tratamientos a resultados de que el paso del tiempo, el rose o el reemplazo de coyunturas exteriores no lo afecte. Básicamente el mantenimiento es vital en los intereses solicitados para la obtención de recursos y servicios. Donde aquellos elementos esenciales como pieza de un desarrollo de elaboración económica serán testeados con uniformidad para llegar a un desenlace y esto concerniente técnicamente a los ajustes y vistos (Jaime, 2018).

La compañía de procesamiento de plásticos en la que se ha efectuado este propósito, en su objetivo de constituir modelos en temas de mantenimiento por parte de mecánicos y operarios de máquina conducen

a un plan de mantenimiento justificado tanto en textos como en la experiencia al usar la máquina flexográfica. Por la imposición en la elaboración de esta impresora y por ser novedosa, no se haya planteado hasta la fecha un plan de mantenimiento debidamente formado y planteado, por lo que se invoca la experiencia y las paradas forzosas para sostener en funcionamiento la máquina. (García, 2016)

El autor Dávila (2018) define que, se anhela fortalecer los conocimientos para la confiabilidad y mantenibilidad del modo de mantenimiento preventivo que predominará de forma directa a la disponibilidad mecánica. Mediante esta se aplica al mantenimiento ajustado en la confiabilidad, les permite afinar la disponibilidad mecánica de los equipos. La importancia radica en considerar la evolución del mantenimiento como elemental, ya que recalca abiertamente en la producción, y en donde se percibe que el mantenimiento ajustado en la confiabilidad decrece el número de interrupciones y a la vez mejorar la disponibilidad de la máquina. (Gabriel, 2017).

En la investigación efectuada por Pineda y Vargas se conservó como asunto esencial el poder llegar a un tipo de mantenimiento que nos muestre de diferentes puntos el rendimiento de cada máquina y esto es en razón del tipo de uso que se le da a cada uno de ellos. Sin embargo, cabe resaltar que, la parte de continuidad es elevada en razón de que son paradas en productividad puesto que no se les ha generado en el constante libro de mantenimientos el preventivo y esto es porque no se ha proyectado para ello, donde se debe de alcanzar y concientizar a los empleados para que estos estén al pendiente y se pueda prevenir cualquier tipo de parada innecesaria, y para ello tenemos a la TPM. (Judith & Massiel, 2015).

El estudio realizado a las variables específicamente situadas y discutidas se tienen en base a cada falla vista y no prevista por los empleados más cercanos e idóneos de cada equipo, y ello es porque no se encuentran tanto como preparados como concientizados, en ello también se ha visto el tema de costo de este tipo de mantenimiento. Dónde se llegó a proponer diferentes fichas para poder registrar, guías y con respecto a ello las

entrevistas que son claves para poder verificar la aplicación tanto como la parte de desenvolvimiento de esta. Obteniendo que este tipo de gestión es la más idónea para cada empresa, esto hará que se disminuyan las paradas, generando menos retrasos, así como gastos mínimos, eso se ha verificado estadísticamente. (Socorro, 2018).

Plan de mantenimiento total (TPM): “determina y evidencia una proposición en un plan de mantenimiento total, el cual conlleva a comprometer a toda la plantilla, el desarrollo de los métodos y sugerencias establecidos para cada máquina, teniendo como resultado su completa operatividad y aplicar al límite la vida útil de la misma; cuya particularidad se basa en el mejoramiento continuo y la eficacia en los procesos, ya que se han trabajado registros para cooperar a mejorar los procesos laborales. En el diagnóstico del estado actual de la maquinaria señalada en los resultados, nos modela que se emplea hasta 193.6 horas al mes, para solucionar las fallas que se presentan de forma inesperada afectando a la producción; adquiriendo una ocasión de progreso a través del TPM.

Con el planteamiento del plan de mantenimiento general las detenciones inoportunas de la maquinaria Caterpillar se consiguió abreviar de 43 paradas no programadas; consiguiendo hasta 6 paradas por mes. De dicha manera la disponibilidad final se eleva en un 96%. se puede apreciar que los mantenimientos correctivos producidos de fallas abarcan el 74% de los mantenimientos concluidos, advirtiendo la importancia de proponer el mantenimiento total.” (Saavedra, 2016).

Este tipo de mantenimiento es el más usado por las empresas, ya que prefieren prevenir como su mismo nombre lo dice, que lamentar gastando más y además de ello, buscar el poder reparar las fallas que puedan tener con el paro de la maquinaria. Sin embargo, los factores de forma objetiva buscan obtener los beneficios que estos piden, ya que es necesario para obtener lo que se espera. (García, 2015)

Se mantiene como objetivo principal el poder planificar, y administrar cada área a profundidad donde se veneficiarán muchos sectores, dicho sea de paso, se cumplan con los lineamientos y formalidades esperadas y especificadas. El incremento de cada productividad de una empresa, es primordial para mantener tanto las ganancias como a sus trabajadores, puesto que dé ser lo contrario, estos se verían afectados viéndolo desde distintas perspectivas. Si se utilizan de manera adecuadas las funciones esperadas y específicamente las que se vienen mencionando, se mantendrá un mantenimiento tanto preventivo como productivo, es decir en beneficio de la empresa y de todo lo que ello implique. Esto es considerado tras un análisis de dicho modelo que se está presentando y evaluando. (Farfán Panamá, 2016)

Este apartado facilita el manejo de la filosofía tal como se ha venido viendo y mencionando a lo largo de ello como un procedimiento sistemático para obviar pérdidas e intensificar el rendimiento de cada una de las partes involucradas. Y ello se puede dejar en visto que se obtienen estratégicamente en cada registro que se obtiene a través de las bases de datos, donde se analiza cada causa de las fallas ocurridas y encontradas en el transcurrido de la maquinaria. (David, 2017)

La competencia hoy en día, nos impulsa a mejorar cada vez más, des diversas maneras, y ello es porque se busca calidad, ante todo, y si se observa que los equipos o cierto grupo no vienen funcionando de la manera adecuada o esperada, eso haría que la producción disminuya ya que se observarán a través de la inspección rutinaria las bajas y por ende pérdidas, justamente de lo que se viene detallando, esto se indica en un diagrama experto en ello.

TPM ayuda a adoptar un trabajo sistemático dentro del taller que reduce las pérdidas en la actividad de producción, aumenta la vida útil del equipo, asegura la utilización efectiva de los equipos y el comportamiento organizado de los empleados. (Nallusamy & Majumdar, 2017)

En el siguiente artículo presenta una verificación del estado del arte sobre la gestión del mantenimiento, verificando los problemas que encaran los

investigadores en el campo, las metodologías aplicadas y los resultados alcanzados; que mediante la gestión de mantenimiento se logra una estabilidad en los procesos, teniendo un control detallado de los dispositivos involucrados. (Ardila & Hincapié, 2016)

Cuando se quiere llegar a hablar sobre el mantenimiento que se les ofrece y se les realiza a cada equipo se llega a la conclusión que este método es súper indispensable, tanto que se indica que es una herramienta fiel para poder mantener en óptimas condiciones a las empresas, es decir continuar con sus entregas y demás funciones que realizan estas, exigidas por los clientes y la forma de garantizar el cumplimiento de los pactado con la clientela, es indicando la efectividad de las máquinas, generando confianza y gran competitividad. (Ardila, 2015)

#### *Objetivos del TPM*

Principalmente, es el rendimiento de los equipos y/o maquinarias en operación, es decir que se mantengan activos, ello implica que mantengan en un promedio de diez la producción, la dinámica de la forma de trabajo, y que esto cumpla con los requerimientos y exigencias de los diversos y tipos de clientes que pueda tener dicha empresa.

Tras lo mencionado, se queda precisado que cada equipo contiene una disponibilidad inmediata y eficiente, pudiéndose explotar al máximo para poder llegar a una máxima producción, generando más dinero.

Ello esto es indicando que se erradicarán las fallas inesperadas, de forma que la calidad que se ofrezca de cada producto será conforme lo esperado, y en el tiempo estimado.

Esto hará que la empresa crezca para bien, donde se llevará un registro limpio y este tras las ganancias indicará que se puedan renovar máquinas por el crecimiento de la misma, indicando las mejoras esperadas contando con el incremento de nuevos operadores que apoyen en este crecimiento.



Lógicamente, se debe mantener en línea las especificaciones mencionadas e incrementar nuevas por los crecimientos, esto considerando que se conozcan adecuadamente los cuartos operacionales

Para conseguir todo lo que se plantea, primero se debe recrear que el nuevo mantenimiento es óptimo para el avance, donde se verificará que es lo más idóneo, detectándose las averías y defectos que generalmente suceden. (Sacristán, 2012)

### *Filosofías que ayudan al establecimiento del TPM*

#### **5 “S”**

Esto se refiere o hace referencia a las famosas 5 S, manifestándonos que los sistemas de prevención son los mejores, ya que como dice su nombre previene los fallos y esto comienza con S, haciendo referencia a la manera adecuada de trabajar, en este caso realizar un mantenimiento correcto, en los puestos de trabajo.

Mundialmente está reconocida como una herramienta fiel y productiva, ello quiere decir que las personas quedan satisfechas con los resultados a corto plazo, las organizaciones visualizan a sus trabajadores como personas más capacitadas, puesto que se les brindará esa facilidad, para que estos mantengan a la empresa en una productividad esperada, llegando a cumplir con las metas trazadas por la asociación. Es así que el beneficio no sólo es para uno si no para empleado y empleador, llegando a incrementar las ganancias para ambos. (Aldavert, 2016)

La 1ªS se encarga de precisar lo que se va a necesitar de lo que no, es decir considerar los elementos que sí realicen acciones esperadas.

La 2ª S es Seiton, deja la parte específica en el apartado donde se realizarán los cambios.

La 3ªS es Seiso la limpieza debe ser con anterioridad a lo que se avecina, es decir se anticipará.

La 4ª S es Seiketsu en un trabajo conjunto con las normas llegará a dejar las normas que se esperan.

La 5ª S es Shitsuke, aquí se verifica el seguimiento que se realizará brindando las herramientas del mejoramiento.

### *Mantenimiento*

Se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. “La evaluación es posible a través del análisis de patrones de mediciones pasadas y actuales de los componentes de investigación enfocados. Las herramientas de visualización de minería de datos ayudan a crear los patrones más adecuados y a aprender de ellos.” (KanikaGandhi, 2018).

Lo más importante para cualquier bien o servicio es en definitiva el mantenimiento que se le realiza, ello es que gracias a esto se obtendrán los resultados esperados a largo plazo, dichas metas enfocadas en la visión y misión de cada asociación. Sin embargo, es necesario indicar que, el costo de la prevención es rentable ya que si una máquina es parada las pérdidas por el día u horas serían incontables, ello se refiere a las molestias generadas a los clientes, y a la poca credibilidad que se tendría como empresa conforme al funcionamiento y a la producción dada.

La metodología es determinantemente, ya que es clasificada mundialmente como esperada y de buen rendimiento; procedimientos que tienen bases y formas en concreto, esta categoría se puede buscar para mayor certeza, sin embargo, es opcional ya que a continuación se podrá verificar. (Uzcátegui, 2016)

La economía actualmente, juega un papel principal sobre las empresas, esto es empleadores y empleados, con ello el crecimiento del país. Dicho esto, se verifica siempre que esto esté en avance y de dicho contexto puede verse en la globalización, espera de cada efecto rebote, sin embargo, revisando la aplicación de la producción de estos clientes y de las asociaciones. A nivel nacional e internacional algún desperfecto de las

maquinarias afecta tanto a las empresas locales como al país, esto en medida que las producciones disminuyan. (Cruzado Sánchez, 2015)

En la actualidad, los altos estándares de calidad y la competencia en el mercado, han generado que las empresas mundiales sigan encontrando formas de reducir los costos de producción, sin dañar la calidad del producto, evitando a toda costa problemas inesperados que afectan el servicio del cliente. Con el crecimiento del mercado, la maquinaria se ha visto obligada a llevar una garantía de alto rendimiento, además de su disponibilidad y fiabilidad. Aquí es donde una buena gestión de mantenimiento se convierte en una inversión, para garantizar cero imprevistos y alcanzar los objetivos de la empresa. (Meneses-Fernández, 2016).

Con respecto a la gestión del mantenimiento de las turbinas eólicas, se puede encontrar una gran cantidad de publicaciones centradas en aspas, dispositivos mecánicos, eléctricos / electrónicos, etc. Sin embargo, esta tendencia no se extiende a las torres de turbinas eólicas, y el desarrollo de sus sistemas de mantenimiento no generalizado todavía. Los resultados de este documento conducen a adquirir una indicación temprana de problemas estructurales o mecánicos y anticipa fallas catastróficas. (Ruiz de la Hermosa González Raúl, 2015)

*Mantenimiento preventivo:* Se refiere a la parte de la conservación del equipo conforme a lo comparativo y a lo que se garantiza con la aplicación de la misma, esto resaltando es antes de verificar o de sufrir una baja o avería.

Se discute la contribución del mantenimiento preventivo, como una parte importante de esta función, con cierto énfasis en los métodos para planificar el reemplazo, en el sentido del intervalo de tiempo del mantenimiento preventivo. El enfoque de optimización clásico se utiliza para ilustrar el problema original de mantenimiento preventivo, lo que permite conocer y debatir las principales características que requieren el uso de enfoques para tomar diferentes decisiones, y, por lo tanto,

considerar el espacio de consecuencias multidimensionales. (Teixeira, 2015).

Durante cada período, se inspecciona y se realizan simultáneamente actividades imperfectas de mantenimiento preventivo para reducir antigüedad, proporcionalmente al nivel de mantenimiento preventivo. El objetivo es minimizar el costo total, mientras se satisface la demanda de todos los productos. Nuestro modelo de optimización permite una selección conjunta de los valores óptimos del plan de producción y la política de mantenimiento, teniendo en cuenta los costos relacionados con la calidad. (Nourelfath, 2016)

Identificando la parte investigativa, se verifican los beneficios del plan de mantenimiento, esto realizado en específico a la minera Yanacocha, justamente porque quieren prevenir que sus máquinas dejen de funcionar y esto genere pérdidas tanto de días, así como de sus ventas; dichos análisis se ven elaborados por diversos expertos, donde se llega a la conclusión que el prevenir es lo más ideal, la variación es esperada, pero las bajar no se deben permitir en medida que todos los involucrados pierden.

Finalmente, se llegó a la conclusión de que lo mejor es aplicar este plan, donde se puede esperar a mejorar cada día, sin dejar de lado que no habrá más pérdidas conforme a ello. (Apaza, 2018)

#### *Importancia del mantenimiento preventivo*

La importancia es mantener el tiempo y el dinero en óptimas condiciones para el crecimiento de las empresas y del país finalmente, puesto que llevando un control y estar pendientes es un acto en crecimiento y en tiempo donde se evitarán muchas casuísticas.

*Mantenimiento correctivo:* Las averías serán detectadas antes básicamente de los defectos producidos por el equipo y esto es por su utilización, naturalmente se puede regularizar en el cambio que se puedan verificar tanto las piezas y lo que ello implique, sin embargo, esto debe estar en la base de datos conforme a lo que se indica, el tiempo es valioso

y las producciones deben continuar, una despreocupación por la máquina a tiempo es un indicativo de que se avecinarán las fallas y las pérdidas.

Como propósito se pueden ver los datos que son en selección y en ello se ponen las informaciones específicas y obtenidas por y como los modelos de edificios, manteniendo unos datos en selección, donde se identifican el mantenimiento correctivo. (Shalabi, 2017)

Mencionar la parte de costos, sobre las prevenciones, es una gran diferencia ya que el reparar una máquina que no se le encuentra el fallo en un inicio, es sumamente costoso, eso en primera instancia es una pérdida tanto del día laboral, como por la reparación, y pieza o piezas que se deban reparar o hacer cambio. Es por ello que este mantenimiento es necesario, e indispensable para la disponibilidad de los servicios que se brindan, en continuidad de los protocolos y esto está claramente definido y propuesto por los especialistas, donde se menciona que la razón es simple, mantener en actividad continua los equipos. (Primerio, 2015)

*Mantenimiento Predictivo:* Se viene a indicar que a través de esta técnica se pronosticará el reemplazo de alguna falla, en pocas palabras gracias a esta actividad se ahorrarán tiempo en reparación y gastos, dejando a las máquinas con muchos más años de funcionamiento y agrandando el plan y proyectos de trabajo.

Es óptimo separar la vigilancia, como la prevención, protección e indicar las condiciones esperadas y las obtenidas por los monitoreos de las condiciones que se deban esperar realizando las vigilancias.

- Vigilancia de máquinas: Aquí se verificará que toda vaya en un lineamiento y no se pasen a otro, esto es decir las condiciones según el reglamento se deben continuar.
- Protección de máquinas: Con la única finalidad es no dejar que los involucrados generen entre sí las peores fallas, donde las pérdidas económicas sean mayores cada vez más.
- Diagnóstico de fallas: Brindándonos las fallas en sí, a través de un cuadro estadístico y las bases de datos, prolongando la vida y el uso

de las mismas, funcionando sin un riesgo pronosticando todo el esfuerzo generado por los utilizados.

Un mantenimiento predictivo, es generalmente costoso y por ello no muy recomendable, en este caso el presentado es de prevención, donde el paradigma y panorama esperado es el más adecuado, a un costo mínimo y mostrándonos lo mejor del mantenimiento, dicha estrategia mostrará lo que se espera. (Puyosa, 2018)

Quedó en registro que este tipo de medio correctivo no era el más idóneo por ello el preventivo sí o sí debe ser el utilizado, ya que genera índices de ganancias mejores, y el otro no, donde es desarrollada la estructura y esto es diagnosticada para mantener activa la forma de trabajo, siendo los costos en un fin aprovechables, ya que no se incluirán mayores por un arreglo que por una falla, sobre todo por una falla amplia muy costosa y difícil de pronosticar y de encontrar, dando que en dicho caso la producción disminuya. (Cedeño, 2016)

¿Cómo realizar la gestión del mantenimiento basado en la metodología TPM para mejorar la disponibilidad de la extrusora N° 1 starlinger del área de extrusión en la empresa el águila SRL 2019?

El presente proyecto de investigación se justifica social, técnica, ambiental y económicamente y esto teniendo en claro lo siguiente:

#### *Justificación social*

En este apartado se identifican las diferentes formas, así como el crecimiento y ocultamiento de las técnicas para realizarlas, en ello se involucra las capacitaciones de las operaciones, lo utilizado y el mantenimiento dado, así como el esperado para la prevención dada, abasteciendo la máquina, por ello la propuesta debe ser clara y precisa. Justificándose de la manera que los procesos sean recolectados por donde el personal ven bobinas y los tubos deben ser utilizados; los tiempos de paradas son extremadamente dejados en continuidad por lo

que ya no será necesario implementar más por fallas que se puedan presentar.

Técnicamente las detenciones de cada proceso, deberá ser en logística, con los repuestos de dichas fallas indican que las labores dejarán de ser como frecuentemente se vienen viendo, esto es que generarán mayor mantenimiento, y serían menores los que afectan el mecanismo de la elaboración de cinta, generará más trabajo con buenos resultados para poder llegar a ello.

Ambientalmente, es probable que por menos fallas se puedan llegar a dejar de ser menos los residuos que estas emiten al medio que nos rodea, medio que se nos facilitará y agradecerá desde el punto de vista, que nuestra vida habitual requiere de respirar aire limpio y no contaminado por las fallas de las máquinas, siendo los circuitos electrónicos los mejores, esto es justificado por la propuesta que se viene dando de la prevención.

Económicamente, es costeable ya que la empresa preferirá prevenir antes de que las fallas sean irreparables, y tengan millones en pérdidas, donde lo único que se espera es que su economía avance, ello resalta por la mejora que se le brinda al tiempo por la cual se tendría que esperar menoscabando la relación extensiva, dichas energías para los procesos deben ser evaluadas y por ello sería muy económico todo lo propuesto, tal como se espera.

El planteamiento de gestión de mantenimiento para la extrusora Starex 1500 ES – Starlinger en la empresa de elaboración de sacos y telas de polipropileno el Águila S.R.L Chiclayo – La Victoria, permite determinar el incremento de la disponibilidad.

Objetivo general es proponer una gestión del mantenimiento basado en la metodología tpm para mejorar la disponibilidad de la extrusora N° 1 starlinger del área de extrusión en la empresa el águila s.r.l 2019.

Como objetivos Específicos se tiene:

- Estimar la condición actual de la maquina extrusora Starex 1500 ES de acuerdo con el área de trabajo y los planes de mantenimiento efectuados.
- Señalar cuáles podrían ser los problemas o fallos funcionales de la máquina y sus probables secuelas y efectos en los medios eléctricos, electrónicos, mecánicos y neumáticos.
- Realizar un plan de mantenimiento total para cada zona de trabajo donde se efectuará un cronograma de funciones a efectuar.
- Efectuar el análisis económico, empleando indicadores como VAN, TIR, relación beneficio / costo.



## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

#### **a) Tipo de investigación**

Aplicada, se verifica la parte descriptiva, donde se analiza el problema y la problemática planteada, dando una observación específica mostrando las máquinas en un buen estado por la prevención.

#### **b) Diseño**

No experimental porque no se maniobrarán las variables.

### **2.2. Variables, Operacionalización**

#### **a) Variable independiente**

Gestión de Mantenimiento

#### **b) Variable dependiente**

Disponibilidad de la extrusora N° 1 starlinger del área de extrusión.

**TABLA 1. Operacionalización**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos	Escalas de medición
<b>Independiente</b>  Gestión de mantenimiento	La gestión de mantenimiento es sustancial para respaldar la persistencia operativa, eludiendo paradas en el desarrollo por defectos de máquinas y equipos. Por lo tanto, la presencia de un mantenimiento eficiente constituye un origen importante para la buena competitividad y operatividad empresarial.	El sondeo de la gestión de mantenimiento se obtiene con los denominados indicadores de mantenimiento, que deben estar dentro de una condición específica, y dentro de los estándares nacionales e internacionales, por tal motivo en las labores de mantenimiento de los distintos mecanismos de la extrusora N° 1 starlinger.	Cumplimiento del Programa de mantenimiento.	Hoja de datos.	Porcentaje.
<b>Dependiente</b>  Disponibilidad de la extrusora N° 1	La disponibilidad de uso de la maquina extrusora, nos señala el número de horas al año en el cual los desarrollos casi continuos, es decir los	Un interés de disponibilidad de clase mundial es el que se requiere en este tipo de dispositivos, para obtener todas las operaciones de la gestión de	Tiempo medio entre fallas MTBF	Guía de observación.	Horas

starlinger del área de extrusión.	dispositivos de la extrusora son disponibles a utilizarse, y de tal modo lleven la producción al posterior desarrollo productivo.	mantenimiento deben cumplirse; la evaluación de este parámetro se hace en relación con la información histórica de las paradas imprevistas y a los datos de manuales de la máquina.	Tiempo medio de reparación MTTR Disponibilidad Tasa de fallas.	Manuales de operación.  Hoja de datos.	
-----------------------------------	---	---	---	--	--

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Población y Muestra**

**Población:** Para la presente investigación la población son las 4 extrusoras del área de extrusión de la empresa el águila s.r.l la victoria – Chiclayo, que simbolizan el 100% de muestra de población.

**Muestra:** A fines de esta investigación el modelo estará representado por 1 maquina extrusora del área de extrusión de la empresa el águila s.r.l la Victoria – Chiclayo, que representa el 35% de muestra de la población.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Técnica de recolección de datos**

##### **Observación directa**

Se empleará dicho procedimiento ya que el indagador está en el punto de estudio donde ha podido contemplar la problemática mostrada en la extrusora N°1 Starlinger de la empresa el águila s.r.l

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Guías de observación, manuales de operación, reportes de fallas, reportes de mantenimiento preventivo, tarjetas amarillas y rojas

##### **Validez y confiabilidad**

**Validez:** la validez de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

**Confiabilidad:** Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

### **2.5. Procedimiento**

El procedimiento para elaborar esta tesis se basa naturalmente en la metodología del mantenimiento productivo total TPM que ayuda a la

mejora de estabilidad de los equipos con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo.

Por tal motivo se realizarán diversos estudios para determinar el estado de los equipos que corresponden a la extrusora N°1 starex 1500 es, recolectando datos de los diferentes mantenimientos y estado actual en el que se encuentra dicha máquina para plantear las oportunidades de mejora utilizando los instrumentos de recolección de datos y las variables dependientes e independientes.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

Modo deductivo, ya que la conclusión de lo que aspiramos alcanzar se halla implícitamente en las premisas que se puedan conseguir.

## **2.7. Aspectos éticos**

El actual propósito se ejecutará sosteniendo en confidencia los precedentes, datos y escritos con que se efectúa el estudio a fin de eludir cualquier acto o posición que pudiera imaginar o llegar a originar una pugna entre intereses.

### III. Resultados

#### 3.1. Estimar la condición actual de la maquina extrusora Starex 1500 ES de acuerdo con el área de trabajo y los planes de mantenimiento efectuados

Según los informes y reportes del área de mantenimiento de extrusión, los mecanismos con mayor interrupción son 6, ubicados en las diferentes partes de la extrusora, y se muestran en la tabla 1.

**TABLA 2.** *Mecanismo*

N°	Descripción del mecanismo
01	Sensores de presión
02	Ventiladores de Motores de rodillos calientes
03	Resistencias de tornillo
04	Dosificador de materia prima
05	Bloque de embobinadoras mecánicas y automáticas
06	Bombas de aceite caliente

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que éstos 6 mecanismos presentan mayor índice de falla, siendo los ventiladores de los motores de los rodillos calientes los que padecen suspensiones, debido que se ha hallado residuos de cinta en los ejes, lo que hace que se introduzcan entre los rodamientos ocasionando endurecimiento y sobre corriente ocasionando que el bobinado se queme. Y salgan de servicio, labor que es solucionado por personal de mantenimiento, el cual invierte tiempo para su reparación.

Esta misma situación es para las embobinadoras que no están teniendo un correcto funcionamiento por carencia de mantenimiento apropiado y también por falta de repuestos, generando un mal embobinado, que ocasionan distintos problemas en cadena en las diferentes maquinas donde se utilizan para la elaboración del saco.



*Figura 1. Motores de rodillos calientes.*

Fuente: García (2017).



*Figura 2. Bloque de embobinadoras.*

Fuente: García (2017).

**3.2. Señalar cuáles podrían ser los problemas o fallos funcionales de la máquina y sus probables secuelas y efectos en los medios eléctricos, electrónicos, mecánicos y neumáticos**

Según la inspección de tiempos de deficiencia en los mecanismos, se puede observar los diferentes fallos que ocasionaron tiempos de retrasos, caídas de línea, entre otros que dificultan el buen funcionamiento de la máquina, dicho registro es tomada en una semana, y en el siguiente cuadro, se muestra las conclusiones.

**TABLA 3. Falla**

<b>N°</b>	<b>Falla</b>	<b>Tiempo de op. De reparación.</b>	<b>Horas totales de operación / semanal</b>
<b>1</b>	Mal embobinado	60 min	147 hras
<b>2</b>	Exceso de temperatura de motor de unidad de estirado	50 min	147 hras
<b>3</b>	Guardamotor del molino de reciclado de tiras laterales	45 min.	147 hras
<b>4</b>	Atascamiento de bobinas.	40 min.	147 hras
<b>5</b>	Presión insuficiente delante de boquilla	40 min.	147 hras
<b>6</b>	Unidad de dosificación: superación de ciclo de tolva.	40 min.	147 hras
<b>7</b>	Fallo de CF 1 de horno	35 min	147 hras
<b>8</b>	Fallo de convertidor de extrusor	30 min.	147 hras
<b>9</b>	Temperatura de convertidor del extrusor > 50°C	20 min.	147 hras

Fuente: elaboración propia.



Registro de tiempo de operación de reparación en una semana de producción.

En la tabla 2, el tiempo de operación en una semana es de 147 horas, de las cuales se evidencia que 60 minutos en dicha semana ha ocurrido un mal embobinado de cinta ocasionado por la embobinadoras automáticas y mecánicas.

Los 9 fallos, se presentaron en oportunidades distintas, quiere decir que en general son 6 horas que se interrumpen las diferentes zonas, por tal motivo afecta al siguiente proceso, debiendo asimismo realizar paradas forzosas. Tal que, de las 147 horas de funcionamiento, 4,27 horas son de parada, lo que corresponde a  $147 - 6 = 141$  horas de trabajo, que simboliza el 95.91% de disponibilidad de la máquina extrusora en general.

**TABLA 4. Códigos**

Código	Grasas para lubricación	Lugar de aplicación
AHCT - 01033	Grasa Klubertemp HM 83 – 402	Rodillos calientes.
AHCT – 01018	Grasa Kluber petano GHY 441	Rodajes alta temperatura
ACHT - 01020	Grasa Kluberlub BE 41 - 542	Rodajes de alta resistencia
AHCT - 01030	Grasa Klubersynth LI 44 - 22	Embobinadoras Mecánicas

Fuente: elaboración propia.

Grasas utilizadas en la extrusora N°1 Starex 1500 ES – Starlinger.

## **Análisis de la Disponibilidad de la Máquina Extrusora**

Para el análisis de la disponibilidad de la máquina extrusora, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

1. Horas de Operación de la planta.
2. Horas de funcionamiento de la máquina extrusora.
3. Número de Paradas.
4. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)
5. Tiempo Total de reparación de las fallas.
6. Tiempo Promedio de reparación de fallas (MTTR)
7. Fallas más comunes.

### **1. Horas de Operación de la Planta**

La planta de elaboración de sacos de polipropileno, opera las 24 horas de día, durante los 7 días de la semana, en lo que respecta a la máquina extrusora, por el tipo de proceso que desarrolla, tiene un funcionamiento diario de 21 horas, es decir se emplean 3 horas diarias para la revisión de sus elementos, limpieza y mantenimiento diario. Por lo tanto, las horas de operación de la máquina extrusora es de 21 horas por día, por 30 días a la semana, se tiene un tiempo de operación de  $21 \times 30 = 630$  horas al mes.

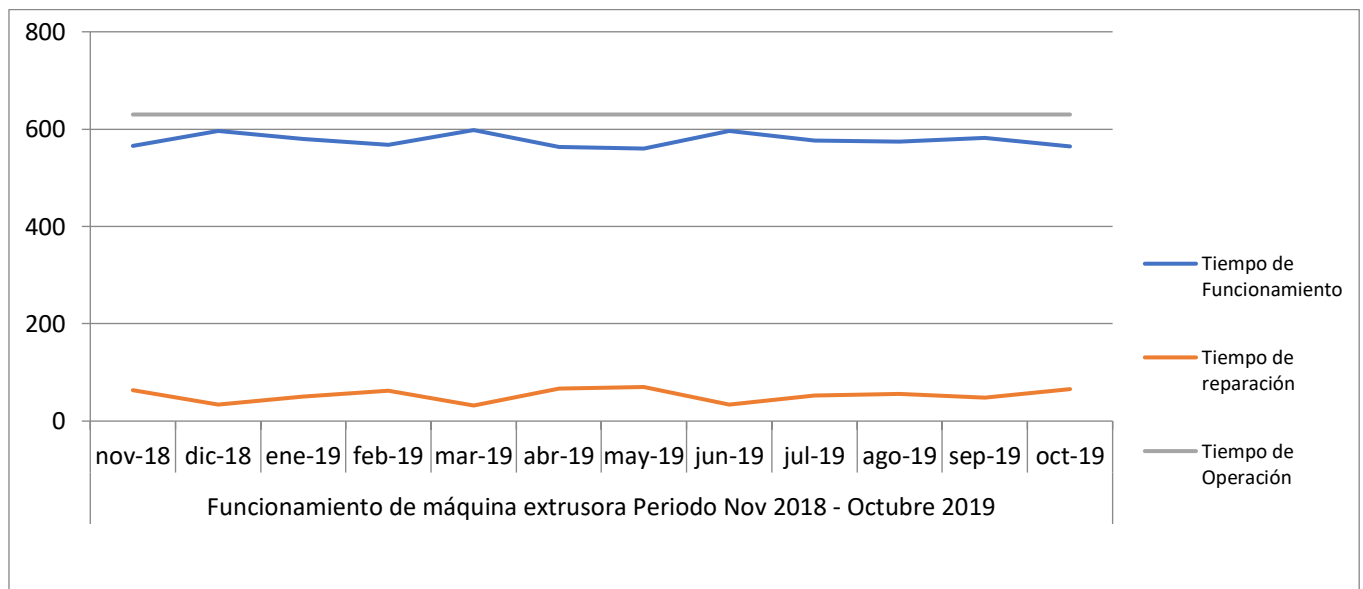
### **2. Horas de Funcionamiento de la máquina extrusora**

Es el tiempo total en un mes, en el cual la máquina extrusora funciona sin ningún fallo, este tiempo es la diferencia entre el tiempo de operación de la máquina extrusora menos el tiempo de reparación de los fallos. La Tabla 1, nos enseña el registro del tiempo en funcionamiento de la máquina extrusora en el tiempo noviembre 2018 y octubre 2019.

**TABLA 5.** *Funcionamiento de máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019*

Tiempos	Funcionamiento de máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019											
	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
Tiempo de Funcionamiento	566	596	580	568	598	563	560	596	577	574	582	564
Tiempo de reparación	64	34	50	62	32	67	70	34	53	56	48	66
Tiempo de Operación	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630

Fuente: empresa el águila SRL 2019.



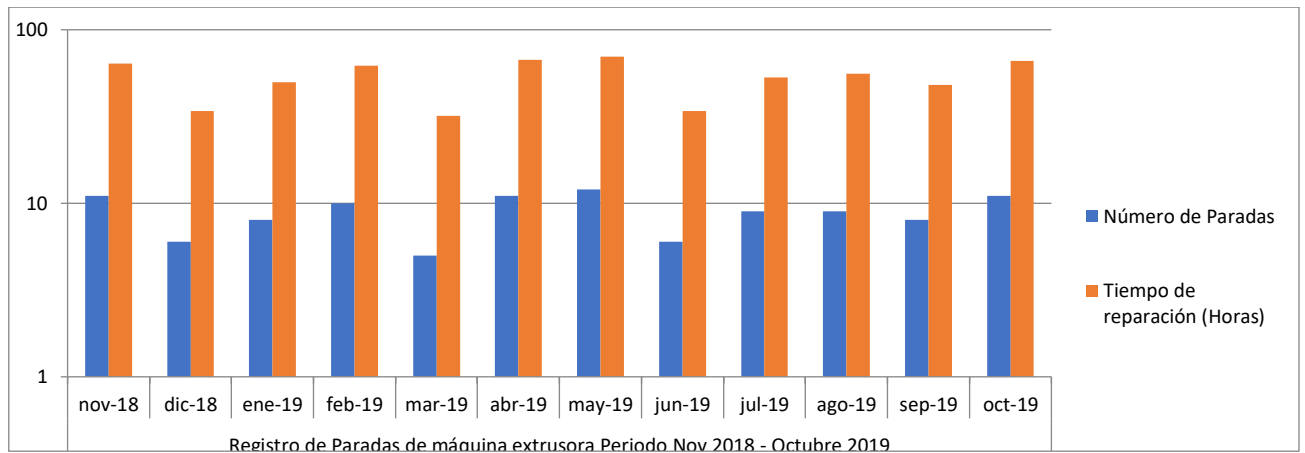
**Figura 3.** Tiempos de operación, funcionamiento y reparación de máquina extrusora.

Fuente: Empresa Águila SRL.

### 3. Número de Paradas

Se tiene el registro del número de paradas en cada mes del periodo analizado, esta máquina extrusora es la que determina si el proceso de elaboración de sacos es continuo o si se paraliza. La máquina extrusora, transforma el polipropileno en

hilos que son enrolladas en bobinas, por lo tanto, si esta máquina no está en funcionamiento, el proceso se paraliza, lo cual constituye uno de los principales elementos en el proceso. En la tabla N° 2, se tiene el registro de las paradas de la máquina extrusora.



*Figura 4.* Número de paradas y tiempo de reparación (horas) máquina extrusora.

Fuente: Empresa Águila SRL.

#### 4. Tiempo promedio entre fallas (MTBF).

El tiempo promedio entre fallos en cada uno de los meses, es la relación entre el tiempo de funcionamiento de la máquina extrusora entre el número de paradas.

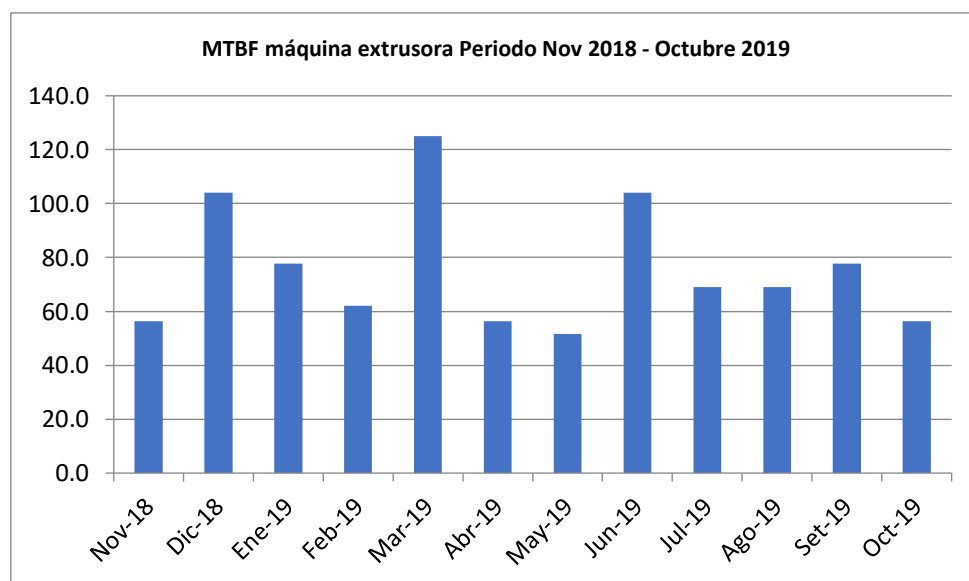
$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento en un mes}}{N^{\circ} \text{ de Paradas en un mes}}$$

Reemplazando valores, en la tabla 3 se tiene el cálculo del MTBF en cada uno de los meses del periodo analizado.

**TABLA 6. MTBF máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019**

Tiempos	MTBF máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019											
	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
Tiempo de Funcionamiento	619	624	622	620	625	619	618	624	621	621	622	619
Número de Paradas	11	6	8	10	5	11	12	6	9	9	8	11
MTBF	56.3	104.0	77.8	62.0	125.0	56.3	51.5	104.0	69.0	69.0	77.8	56.3

Fuente: empresa el águila SRL 2019.



*Figura 5. MTBF máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019*

Fuente: Empresa Águila SRL.

## 5. Tiempo Total de reparación de las fallas. (MTTR)

El tiempo promedio de reparación en cada uno de los meses, es la relación entre el tiempo de reparación de la máquina extrusora de cada mes, entre el número de paradas.

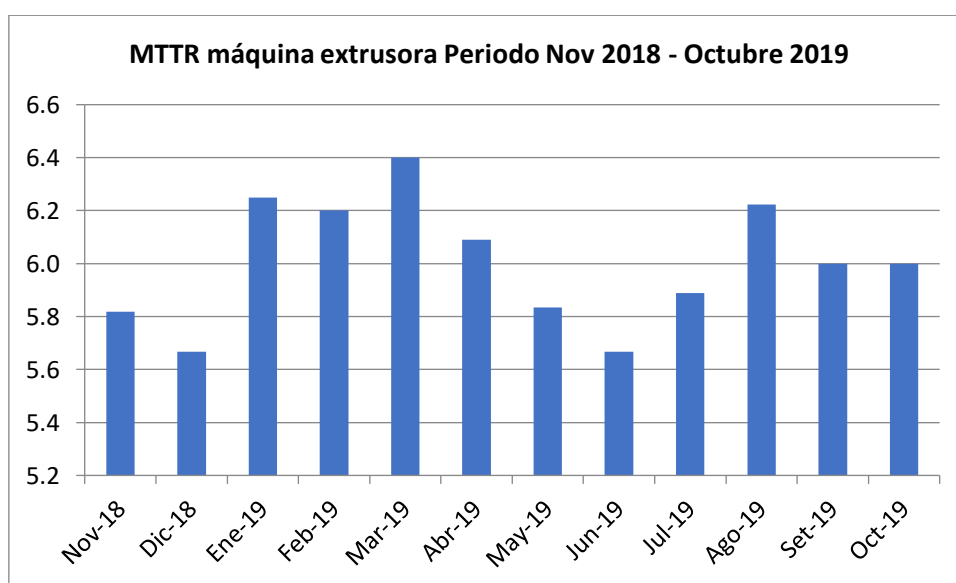
$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de Reparación en un mes}}{\text{Nº de Paradas en un mes}}$$

Reemplazando valores, en la tabla 5 se tiene el cálculo del MTTR en cada uno de los meses del periodo analizado.

**TABLA 7. MTTR máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019**

Tiempos	MTTR máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019											
	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
Tiempo de Reparación	64	34	50	62	32	67	70	34	53	56	48	66
Número de Paradas	11	6	8	10	5	11	12	6	9	9	8	11
MTTR	5.8	5.7	6.3	6.2	6.4	6.1	5.8	5.7	5.9	6.2	6.0	6.0

Fuente: empresa el águila SRL 2019.



**Figura 6. MTTR máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019.**

Fuente: Empresa Águila SRL.

## 6. Cálculo de disponibilidad

Para determinar el valor de la disponibilidad actual en cada mes de la máquina extrusora, se emplea con la siguiente relación, el cual relaciona los tiempos promedios entre defectos y los tiempos promedios de arreglos.

$$D = 100 * \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Dónde:

D: Disponibilidad.

MTBF = Tiempo promedio entre defectos.

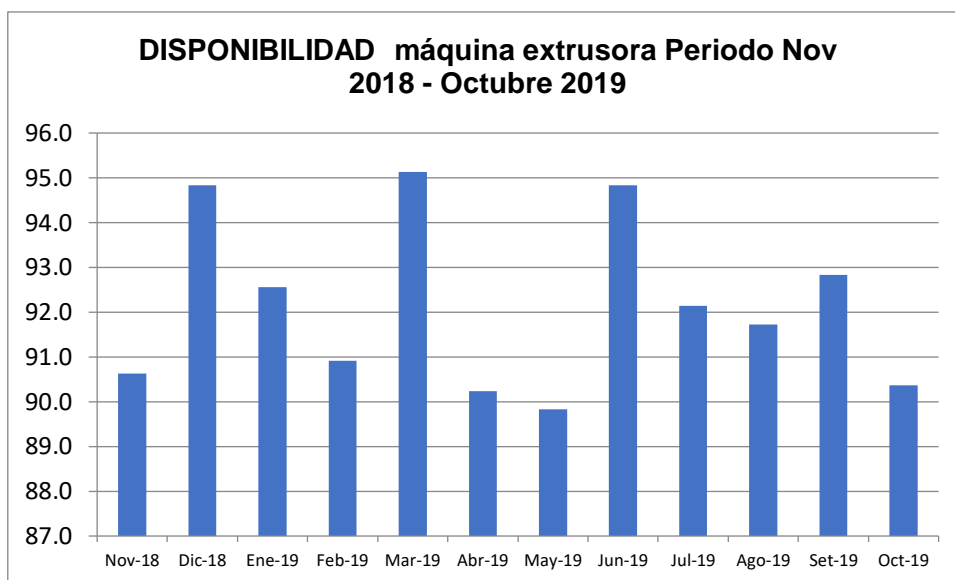
MTTR = Tiempo promedio de arreglo

En la tabla 5, se muestra los resultados del valor de disponibilidad.

**TABLA 8.** Disponibilidad máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019

Indicador	DISPONIBILIDAD máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019											
	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
MTBF	56.3	104.0	77.8	62.0	125.0	56.3	51.5	104.0	69.0	69.0	77.8	56.3
MTTR	5.8	5.7	6.3	6.2	6.4	6.1	5.8	5.7	5.9	6.2	6.0	6.0
Disponibilidad	90.6	94.8	92.6	90.9	95.1	90.2	89.8	94.8	92.1	91.7	92.8	90.4

Fuente: autoría propia.



*Figura 7. Disponibilidad de la máquina extrusora Periodo Nov. 2018 - Octubre 2019.*

Fuente: Empresa Águila SRL.

El menor valor de disponibilidad ocurrió en el mes de mayo del 2018, con un valor de 89.8%; un valor inferior al 90%, representa un valor en el cual existen factores determinantes en los cuales están impidiendo el normal funcionamiento de la máquina, lo cual se evidencia que las paradas son por motivos de fallos de la máquina como deficiencias en el proceso, debido a que no existe la continuidad; ocasionado por la falla de otro mecanismo de la planta de elaboración de sacos de polipropileno. En promedio el valor de disponibilidad anual fue de 92.2%

#### **Determinación de la Disponibilidad aplicando el Plan de Mantenimiento**

La aplicación del plan de mantenimiento a la extrusora, tiene como objetivo reducir el número de paradas, como también el tiempo de reparación por mantenimiento correctivo, para lo cual se establece un tiempo de mantenimiento preventivo de la máquina.



Los objetivos del plan de mantenimiento que se presenta en la siguiente investigación, varía estos tiempos de la forma siguiente:

**a) Número de Paradas**

Sin la aplicación del mantenimiento preventivo, se observa que las paradas que se realizan son por acondicionamiento de los insumos en la máquina, por fallos en los sistemas debido a aglomeración de insumos, por lo tanto, el plan contempla la reducción de las paradas al 25% de lo que suceden actualmente. El total de paradas que ocurrió en el periodo noviembre 2018 – octubre 2019, fueron de 106, por lo tanto, se proyecta que el máximo número de paradas será de 27.

**b) Reducción del tiempo de reparación**

El tiempo de reparación total en el periodo de análisis, fue de 53 horas cada mes, es decir que cada vez que ocurría una falla; aplicando el plan de mantenimiento se proyecta que el tiempo se reduce al 20%, debido a que el plan contempla la disponibilidad de los insumos, repuestos, personal técnico y capacitación de los operarios en tema de mantenimiento autónomo. Es decir que el tiempo de reparación mensual será en promedio de 10.6 Horas mensuales.

**c) Tiempo para Mantenimiento Preventivo**

Se prevé que se realiza un mantenimiento preventivo periódico cada 3 meses, ello involucra que cada mantenimiento preventivo se realice en 6 horas, es decir que el tiempo anual por mantenimiento preventivo es de 24 horas, que el tiempo necesario para que la máquina tenga todas las condiciones y funcione de acuerdo a los parámetros nominales de funcionamiento.

En función a ello, se tiene que el tiempo de operación de la planta que es de 630 horas mensuales (7560 horas anuales), el tiempo total de reparación de fallos, es la multiplicación entre el número de paradas por el tiempo de la reparación de cada parada, es decir  $10.6 \times 27 = 286.2$  Horas anuales, a los cuales se añade las 24 horas del tiempo de parada por mantenimiento preventivo, totalizando  $286.5 + 24 = 310.2$  Horas al año.

El valor del tiempo promedio entre fallos anual será la relación entre:

$$MTBF = \frac{7560 - 310.2}{27} = 268.5 \text{ Horas anuales}$$

El valor del tiempo promedio de reparación anual será la relación entre:

$$MTTR = \frac{310.2}{27} = 11.48 \text{ Horas Anuales}$$

Para determinar el valor de la disponibilidad anual aplicando el plan de mantenimiento de la máquina extrusora, se emplea con la siguiente relación, el cual relaciona los tiempos promedios entre defectos y los tiempos promedios de arreglos.

$$D = 100 * \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Dónde:

D: Disponibilidad.

MTBF = Tiempo promedio entre defectos.

MTTR = Tiempo promedio de arreglo

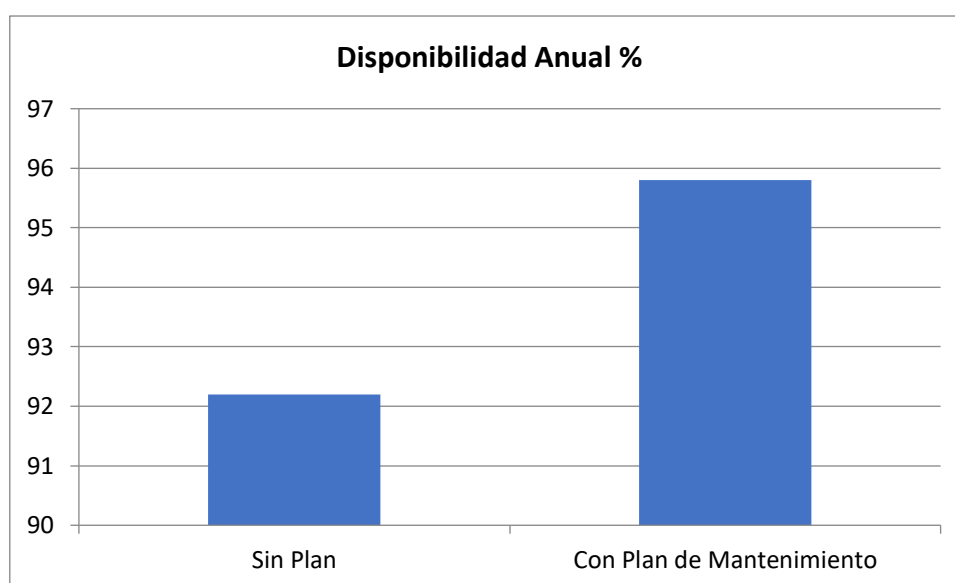
$$D = 100 * \frac{268.5}{268.5 + 11.48} = 95.8\%$$

Es decir, con la implementación del plan de mantenimiento se incrementa el valor de la disponibilidad de 92.2 a 95.8%, este incremento de 3.6% de disponibilidad, es proporcional al incremento de la producción de la planta y por ende a los beneficios económicos de la empresa.

**TABLA 9.** *Incremento de Disponibilidad Anual máquina extrusora*

Condición	Disponibilidad Anual %
Sin Plan	92.2
Con Plan de Mantenimiento	95.8

Fuente: autoría propia.



*Figura 8.* Incremento de Disponibilidad de la máquina extrusora.

Fuente: Empresa Águila SRL.

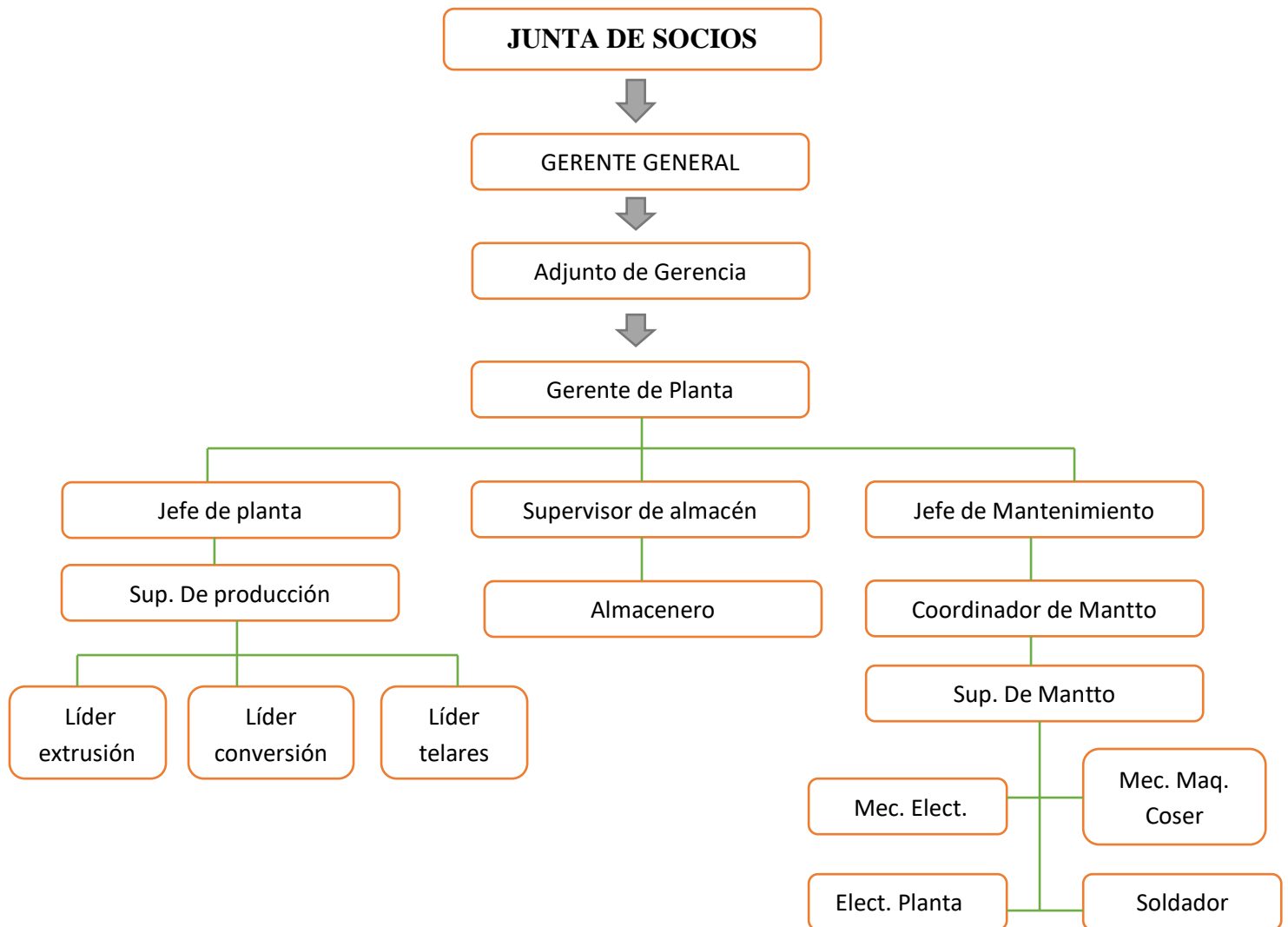
### 3.3. Realizar un plan de mantenimiento total para cada zona de trabajo donde se efectuará un cronograma de funciones a efectuar

**Capacitación:** Incluye la instrucción de todos los empleados de mantenimiento en sus primordiales cargos técnicos y administrativos.

- a) Formación en fábrica.
- b) Formación de administradores.

**Estructura de organización:** Concepto claro de los niveles jerárquicos de cada diferentes cargos que facilitan la conexión y concordancia entre ellos. Incluyendo la figura, las ocupaciones y compromisos de cada situación.

Organigrama de la empresa “EL AGUILA”.



## Proceso productivo

La materia prima utilizada en la extrusora Starex 1500, es principalmente el polipropileno y dependiendo del tipo de cinta a extruir se utilizan otros tipos de materia:

Cinta transparente: polipropileno y antifibrilante.

Cinta blanca: polipropileno, Masterbatch blanco y carbonato.

Cinta negra: polipropileno, Masterbatch negro y carbonato.

Cada material es proveniente de diferentes partes del mundo (importación) como la India, Chile, Colombia, Brasil, Bolivia etc. Dependiendo la marca. Para pasar por el siguiente proceso:

1. **Dosificación de materia prima y aditivos:** consiste en llenar los diferentes recipientes que cuenta el dosificador de materia prima, para su mezcla uniforme de acuerdo a cantidades específicas dadas por encargado de producción, dependiendo del tipo de cinta a extruir.

En este menú se comprueban o modifican todos los parámetros relevantes de la unidad de dosificación.

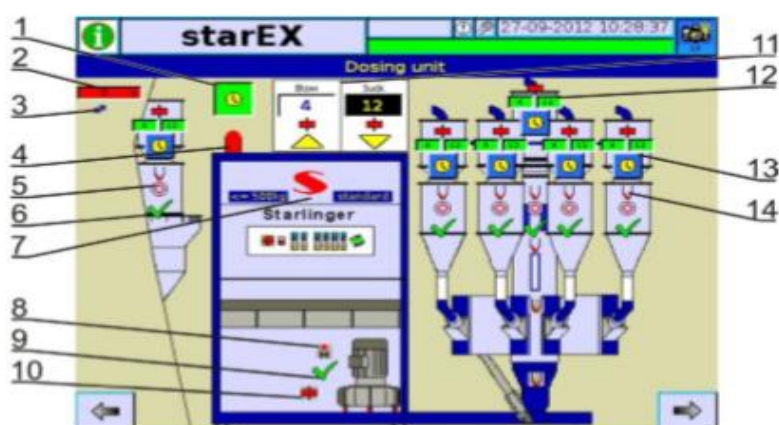


Figura 9. Dosificador de materia prima.

Fuente: Starlinger.

1	Botón [Ajuste del tiempo de soplado y succión]	6	Estado de tolva
2	Tiempo de espera de comunicación con unidad de dosificación (información)	7	Capacidad de transporte / denominación de tipo
3	Estado de conexión • Azul: sin conexión • Azul/cián intermitente: Estado correcto	8	Estado del motor
		9	Estado de soplador
		10	Estado de válvula neumática
4	Indicación de alarma • Gris: operativo • Rojo/amarillo intermitente: Fallo	11	Tiempo de soplado / tiempo de succión (v. teórico)
		12	Tiempo de soplado / tiempo de succión (v. efectivo)
5	Estado de funcionamiento	13	Botón [Aceptar ajuste del tiempo de soplado y succión]
		14	Estado de nivel de llenado

*Figura 10. Material.*

Fuente: Empresa Águila SRL.

- 2. Derretido de materia:** La materia llega a la tolva principal del tornillo extrusor donde atraves de resistencias a alta temperatura (245 °C) la materia solida se pasa a liquida, para salir por una matriz que la expandera en forma de lamina (pelicula).



*Figura 11. Matriz.*

Fuente: Empresa el Águila S.R.L

- 3. Formación de la lámina o película:** Hacer pasar el extremo de la lámina de pretensado para pegar a través de todo el baño de agua. Una vez que se han puesto en marcha todos los accionamientos, llevar al extrusor en la posición de trabajo. La extrusora marcha con la velocidad de arranque.

**¡La velocidad de arranque es de aprox. 50 m/min!**

Pegar la banda de film que sale de la boquilla al extremo preparado de la lámina de pretensado. A continuación, hacerla pasar a través de las varillas de desviación por el baño de agua, los cilindros entregadores, el mecanismo de corte longitudinal, el mecanismo de retención, hasta la línea de aire caliente y cerrar posteriormente los rodillos de presión uno tras otro.



*Figura 12. Rodillos de arrastre.*

Fuente: Empresa el Águila S.R.L.

- 4. Calentamiento de cintas:** Hacer pasar la lámina a través de la línea de aire caliente pasándola por el Horno para su fijación.



*Figura 13. Horno*

Fuente: empresa el Águila S.R.L.

5. **Estiramiento:** Una vez que la lámina está colocada sobre los cilindros del mecanismo de estirado, pueden bajarse los rodillos de presión de la unidad de estirado y de la unidad de fijación y conectarse el sistema de aspiración. De esta manera, la lámina es succionada hacia el recipiente de desechos (contenedor).



*Figura 14. Rodillos de estiramiento.*

Fuente: empresa el Águila S.R.L.



Cerrar la cubierta del mecanismo de estirado. Ahora, la lámina debe controlarse luego de la salida del baño de agua. Si no se forman agujeros en la lámina, puede aproximarse el mecanismo de corte longitudinal. Cortar las tiras laterales y conducir las al sistema de aspiración del mecanismo de retención.

La realimentación de las tiras que se rompen durante el funcionamiento, se efectúa con una pistola sopladora de aire comprimido a través de ranuras en los cilindros. Después de poner el interruptor de llave en la posición "1-Recargar cinta" puede abrirse la cubierta durante aprox. 3 minutos. Transcurrido este tiempo se dispara una alarma (baliza giratoria) por otros 3 minutos. ¡Si durante este período la cubierta no se cierra, se detiene automáticamente toda la instalación!

**6. Embobinado de cintas:** Después de haber pasado por los rodillos las cintas se ponen en cada embobinadora para después almacenarse en bobinas que serán distribuidas en los diferentes telares para la elaboración de manga del saco.

**¡La velocidad para colocar las tiras es de aprox. 100 m/min!**



Figura 15. Embobinadoras.

Fuente: Empresa el Águila S.R.L.

### 3.4. Efectuar el análisis económico, empleando indicadores como VAN, TIR, relación beneficio / costo

#### 3.4.1. Inversión inicial del proyecto

La inversión inicial del proyecto, está dado por la adquisición oportuna de los repuestos, servicios en el taller, y servicios de terceros para la planta de producción de sacos de polipropileno, en la EMPRESA EL AGUILA SRL.; ésta mejora contempla la comunicación mediante formato de reportes, de requisición de compra de repuestos, de requisición de servicios a terceros.

Para cada equipo, se tiene el siguiente cuadro de costos para el mantenimiento preventivo, el cual incluye un stock mínimo para superar paradas intempestivas, además de la capacitación del personal.

**TABLA 10.** *Anual preventivo*

N°	Descripción	Inversión para Mantenimiento Preventivo (Anual (S/.))			
		Repuestos	Servicios	Capacitación	Total (S/)
1	Sensores de presión	1450	0	220	1670
2	Ventiladores de Motores de rodillos calientes	3230	890	560	4680
3	Resistencias de tornillo	1240	780	120	2140
4	Dosificador de materia prima	1870	450	180	2500
5	Bloque de embobinadoras mecánicas y automáticas	2340	410	220	2970
6	Bombas de aceite caliente	3200	320	180	3700
	Total (S/.)				17660

Fuente: elaboración propia.

Inversión inicial en Mantenimiento Preventivo.

### **3.4.2. Ingresos que genera el Proyecto**

El incremento de la disponibilidad de los equipos, incrementa el tiempo de producción de la planta, en promedio la disponibilidad de la máquina extrusora sin realizar el mantenimiento preventivo es de 92.2%, mientras que aplicando la metodología TPM, se proyecta a un valor de disponibilidad de 95.8%, es decir que se proyectó un incremento de  $95.8 - 92.2 = 3.6\%$  de incremento de disponibilidad del tiempo de operación de la máquina extrusora. El tiempo de operación total de la máquina extrusora es de 630 horas al mes, ello equivale a que se incrementa el tiempo de funcionamiento de la máquina extrusora en  $0.036 \times 630 = 22.68$  horas durante un mes.

La producción nominal de la máquina extrusora es de 4500 Kg de polipropileno, actualmente se tiene una producción de 3200 Kg, y un incremento de 3.6% de disponibilidad de la máquina, tendrá proporcionalmente el mismo incremento de producción, es decir  $0.036 \times 3200 = 126$  Kg de polipropileno a una velocidad de 350m/m, es decir que, en una hora, el incremento de la producción es de  $60 \times 126 = 7560$  Kg, y en término mensual equivale a un incremento de 226.8 Toneladas de polipropileno.

El costo de operación de la máquina extrusora por tonelada de procesamiento de polipropileno es de 12 Soles, por lo tanto, el ingreso económico del presente proyecto se determina por el costo de operación de la máquina por las horas de incremento de la disponibilidad, siendo  $12 \times 226.8 = 2721.6$  Soles

### **3.4.3. Flujo de caja del Proyecto**

El flujo de caja de la presente propuesta, se realiza en un periodo de 12 meses.

**TABLA 11. Flujo de caja de proyecto**

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Egresos (S/)	17660	0	0	0	0	0	0						
Ingresos (S/)		2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6
Utilidad (S/)	-17660	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6

Fuente: elaboración propia.

#### 3.4.4. Análisis con indicadores económicos

##### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 3.5% mensual, que es la tasa que se evalúa en créditos para proyectos de inversión de menor escala en las diferentes instituciones financieras de la ciudad de Chiclayo

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * \left[ \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} \right]}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

In: Ingresos mensuales: S/. 2721.6

Ia: Ingreso actualizado al mes 0

i: Tasa de Interés: 3.5% Mensual.

n: Número de Meses: 12

**TABLA 12. Costos**

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Egresos (S/)	17660	0	0	0	0	0	0						
Ingresos (S/)		2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6
Utilidad (S/)	-17660	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de los Ingresos actualizados al mes cero

Reemplazando valores obtenemos:  $VNA = S/. 26299.73 - 17660$   
 $= S/. 8,639.73$  Soles.

### Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar son igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * \left[ \frac{1 - (1 + TIR)^{-n}}{TIR} \right]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 17660

Ia: ingresos actualizados al mes 0

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses 12

**TABLA 13. Utilidad**

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Egresos (S/)	17660	0	0	0	0	0	0						
Ingresos (S/)		2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6
Utilidad (S/)	- 17660	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6	2721.6

Fuente: elaboración propia.

#### Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo este igual a 11.01% mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila al 3.5 % mensual.

La relación beneficio – costo de la propuesta es:  $26299.73 / 17660 = 1,48$

#### **IV. Discusión**

- La operación de la máquina extrusora determina el funcionamiento de la planta, debido a que es la máquina que genera el polipropileno en hilos grandes para el proceso de fabricación de sacos; tan igual que otras fábricas de sacos existentes, se plantea realizar una gestión del mantenimiento, en el cual todos los aspectos que conllevan a que la máquina salga de servicio se eliminen.
- Uno de los factores que determina que la máquina salga de operación momentánea es la aglomeración de material, debido a que el proceso no es continuo, siendo la automatización de toda la planta lo que debe disminuir aglomeración de material.
- Los equipos netamente dentro de planta, cuentan con una aglomeración donde han ocasionado que el proceso se detenga por muchas averías, las cuales deben ser verificadas y encontradas las soluciones, ya que generan muchas pérdidas.
- La disponibilidad de todos los equipos debe generar lo esperado conforme a las paradas, en un porcentaje alto, es verificable que el mantenimiento es indispensable, justamente para poder prevenir las fallas y superar a esto, debe el personal estar capacitado y tener todas las herramientas posibles para prevenirlas, ello en torno al manejo, la reparación y consecuentemente al mantenimiento de máquinas extrusoras de alta calidad.
- El análisis de weibull, para determinar la confiabilidad de los equipos, es la que numéricamente más se aproxima a la realidad, porque mide la probabilidad de falla de los sistemas, dentro de un contexto de información referente a los tiempos de funcionamiento del equipo dentro de un determinado periodo.

## **V. Conclusiones**

- Se hizo la evaluación del estado actual de la máquina extrusora starex 1500 ES, determinándose que 6 mecanismos presentan mayor índice de falla, siendo los ventiladores de los motores de los rodillos calientes los que sufren interrupciones, debido que se ha encontrado residuos de cinta en los ejes, lo que hace que se introduzcan entre los rodamientos ocasionando endurecimiento y sobre corriente ocasionando que el bobinado se queme y salgan de servicio, labor que es solucionado por personal de mantenimiento, el cual invierte tiempo para su reparación.
- Se determinó que con la implementación del plan de mantenimiento se incrementa el valor de la disponibilidad de 92.2 a 95.8%, este incremento de 3.6% de disponibilidad, es proporcional al incremento de la producción de la planta y por ende a los beneficios económicos de la empresa.
- Se hizo el diseño del plan de mantenimiento para cada uno de los dispositivos de la máquina extrusora, con frecuencia semanal, mensual y semestral, a fin de garantizar su operatividad y continuidad del proceso productivo de elaboración de sacos de polipropileno.
- Se realizó el análisis económico, obteniendo un valor actual neto de 8,639.73 Soles, una tasa interna de retorno de 11.01%, relación beneficio costo de 1.48, indicadores que hacen factible la ejecución del proyecto.



## **VI. Recomendaciones**

- El análisis del funcionamiento de los equipos, debe incluir el uso indiscutible de la energía, funcionando el proceso específicamente en función de lo que circula con un dispositivo en donde se pueda regular y verificar cada mantenimiento, conforme las bases de datos y lo que se espera.
- Los tiempos deben ser optimizados, esto sin lugar a dudas es gracias a la automatización de los equipos donde se encuentran el flujo de materia.
- En cada equipo se debe realizar un seguimiento extenso, a fin de que las variables estén dentro de los periodos determinados, y esto debe funcionar adecuadamente para realizar todas sus labores.

## REFERENCIAS

- Aldavert Jaume, V. E. (2016). *5S Para la mejora continua*. Cims © Midac.
- Ardila Marín María Isabel, M. N. (2015). Maintenance Outsourcing, an Alternative in Asset Management in the Goods and Services Production Sector. *Cuaderno Activa* , Vol. 7, 123-134.
- ARDILA MARIN, J. G., ARDILA MARIN, M. I., RODRIGUEZ GAVIRIA, D., & HINCAPIE ZULUAGA, D. A. (2016). MAINTENANCE MANAGEMENT: A REVIEW. *Dimensión Empresarial*, vol.14, n.2, pp.127-142.
- Armas, R. A. (2016). *GESTION DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECANICA DE LA MAQUINARIA DE CONFITADOS EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS S.R.L. HUANCAYO: UNIVERSIDAD DEL CENTRO DEL PERU*.
- Benedicto García, J. J. (2016). *Plan de mantenimiento de una máquina flexográfica de 8 colores de tambor central*. Cartagena : universidad politécnica de cartagena .
- Cedeño Anchundia Erik Rolando, A. G. (2016). Impact logistics-technique study of generating predictive maintenance in SME sin Milagro, Ecuador. *Journal of Science and Research*, ISSN 2528-8083, Vol. 1, Nº. 2, , págs. 7-15.
- Chavez Garcia, W. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la planta de inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas S.A.C. Lima - Perú: UPNBOX Repositorio Institucional* .
- Cruzado Sánchez, A. (2015). *Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de mypes del sector textil*. lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- David, M. M. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts

machining line. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* Volume 92, Issue 1–4, pp 1013–1026.

De Dios Crisanto, K. D. (2016). *Propuesta de un modelo de gestión de producción de tubos colapsables en una empresa de plásticos cosméticos*. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Farfán Panamá, C. F. (2016). *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento, basado en el TPM (Total Productive Maintenance) y alineado a la norma ISO 22000-2005, para la Industria Cárnica de la Ciudad de Cuenca*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Gabriel, D. C. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la escavadora Cat 336 de la empresa ecossem smelter s.a*. Huancayo: universidad nacional del centro del Perú.

García Alcaráz Jorge Luis, R. P. (2015). FACTORES TECNOLÓGICOS ASOCIADOS AL ÉXITO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TOTAL (TPM) EN MAQUILAS. *revistas electronicas CULCYT*.

Jaime, C. W. (2018). *Diagnóstico del mantenimiento en maquinarias y equipos de la línea de fabricación de sacos de polipropileno de la Empresa Sacos Durán Reysac S.A*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.

Judith, P. P., & Massiel, V. B. (2015). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (TPM), para mejorar la productividad y confiabilidad en El Molino Don Julio S.A.C*. Lambayeque: universidad señor de sipan.

KanikaGandhi, B. (2018). *Towards data mining based decision support in manufacturing maintenance*. sweden: scienceDirect Journals y books.

Meneses-Fernández, F. (2016). *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para la empresa Explotec SA*. costa rica : Repositorio Tec.

- NALLUSAMY, S., & MAJUMDAR, G. (2017). Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. *International Journal of Performability Engineering* , Vol. 13 Issue 2,, Issue 2, p173-188. 16p.
- Nourelfath Mustapha, N. N.-D. (2016). Integrated preventive maintenance and production decisions for imperfect processes. *Reliability Engineering & System Safety Volume 148*, Pages 21-31.
- Primero D.F., D. J.-V. (2015). MANUAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA FUNDACIÓN VALLE DEL LILI. *ingeniería biomedica*, Vol. 9, Núm. 18 .
- Puyosa Piña Hector D, V. M. (2018). Claves para la implementación de un programa de mantenimiento predictivo. *Industria química, ISSN 2340-2113*, Nº. 61, págs. 50-57.
- Rubio Rincón, J. J. (2019). *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la maquina botheven*. Bogotá: universidad catolica de Colombia .
- Ruiz de la Hermosa González Raúl, G. M. (2015). Maintenance management of wind turbines structures via MFCs and wavelet transforms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 48, Pages 472-482.
- Saavedra, P. (2016). *propuesta de un plan de mantenimiento total para disminuir paradas imprevistas de minicaragador, cargadores frontales y compactador cartepillar*. yanacocha : universidad cesar vallejo.
- Sacristán, F. R. (2012). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. madrid: TGP - Hoshin, S.L.
- Shalabi Firas, T. Y. (2017). IFC BIM-Based Facility Management Approach to Optimize Data Collection for Corrective Maintenance. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 31, Issue 1.
- Socorro, N. S. (2018). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA REDUCIR COSTOS EN EL AREA DE ELECTROMECAÁNICA EN EL HOSPITAL

REGIONAL LAMBAYEQUE. *revista científica ingeniería: ciencia, tecnología e innovación*, Vol. 5 Núm. 1.

Suárez Camatón, G. F. (2019). *Mejoramiento del proceso de producción de sacos laminados y convencional del área de telares de una empresa en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil.: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.

Teixeira de Almeida Adiel, V. C.-F. (2015). *Preventive Maintenance Decisions*. International Series in Operations Research & Management Science book series (ISOR, volume 231).


Uribe Apaza, M. F. (2018). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Minera Yanacocha para incrementar la vida útil del tornamesa de la motoniveladora 24h*. Cajamarca: UPNBOX Repositorio Institucional.

Uzcátegui Gutiérrez Jessica Yajaira, V. C. (2016). Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC. *dialnet*, Vol. 21, Nº. 1, págs. 77-88.

Viveros Pablo, S. R. (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 21 Nº 1, pp. 125-138.

## ANEXOS

### Anexo 1: Programa de inspecciones semanales

 <b>PROGRAMA DE INSPECCIONES, TAREAS Y CONTROL SEMANAL</b> <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO 2019</b>			<b>N° 0065</b>
AREA:	EXTRUSION	SEMANA	23/09/19 AL 28/09/19
		MES	SEPTIEMBRE

ITEM	ACTIVIDAD	EXTRUSORA N°1 STAREX 1500 ES - STARLINGER					
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
SEMANALES							
1	Revisión de lubricación de rodamientos.	✓					
2	Revisión de lubricación de chumaceras	✓					
3	Revisión y ajuste de conexiones eléctricas.	✓					
4	Revisión tarjeta electrónica tableros generales		✓		✓		
5	Revisión de tableros generales.			✓	✓		
6	Revisión de sensores fotoeléctricos			✓			✓
7	Inspección visual de posibles daños y/o verificación del estado de la maquinaria	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	Verificar funcionamiento del purgadores de aire.				✓	✓	
9	Revisión tuberías y mangueras del sistema neumático e hidráulico				✓		
10	Revisión filtro de aire.				✓		
11	Verificación de sistema de ventilación interior de los tableros de la máquina					✓	
12	Verificación nivel de agua.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	Revisión del sistema de enfriamiento	✓					✓
14	Comprobación de presión de aire.	✓	✓	✓	✓	✓	✓

#### OBSERVACIONES:

Presenta fugas en unidad de mantenimiento principal  
se encontro cintas en ventilador de motor de rodillos de 3er godet

#### SIMBOLOGIA

✓	REALIZADO
X	NO REALIZADO
0	VACIO
P	PASA A MANT. PREVENTIVO

TECNICO RESPONSABLE

NOMBRE: ALVERIO TINEO

V"B" SUPERVISOR DE MANT.

NOMBRE: EDINSON NAMUCHE

JEFE DE MANTENIMIENTO

NOMBRE: ELADIO DELGADO

FOR-MAN-06/VERAGO2017

Anexo 2: Tarjetas amarillas preventivo

TARJETA DE ANOMALIA  
DE MAQUINA

FOR-MAN-24/VERAGO2018

Nro Tarjeta:

Sección:

Maquina:

Fecha:

Hora:

Detectado por:

Nombre:

Firma:

Descripción anomalía:

Recibido por:

Colocar tarjeta en maquina en observación y solo retirar la tarjeta al ser corregido la anomalía.

Resuelto por:

Nombre:

Firma:

Fecha:

Hora:

Observaciones

Conformidad:

Mantenimiento:

Producción:

### Anexo 3: Registro de fallas

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer? Compartir													
Pegar		Calibri 11 A A		Ajustar texto		General		Formato condicional		Dar formato como tabla		Estilos de celda	
Portapapeles		Fuente		Alineación		Número		Celdas		Edición			
G1606													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
MES	FECHA	N° S.T	TIPO DE MA	TURNO	AREA	MAQUINA	MODELO	MARCA	TIPO DE FALLA	GRUPO	TECNICO	GRUPO2	TECNICO
1299	OCTUBRE	11/10/2019	1145	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	GA.	ALVERIO TINEO	
1301	OCTUBRE	11/10/2019		PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	SEGÚN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIV	GA.	ALVERIO TINEO	JOSE G
1302	OCTUBRE	11/10/2019		PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	SEGÚN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIV	GA.	ADAN GALINDO	
1323	OCTUBRE	15/10/2019	1161	PREVENTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G3.	YAMPIER BRUNO	
1338	OCTUBRE	17/10/2019	2677	CORRECTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	MECANICA	GA.	ALVERIO TINEO	RONAL
1350	OCTUBRE	19/10/2019	1173	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G3.	DIEGO ARENAS	
1358	OCTUBRE	20/10/2019	339	PREVENTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G1.	RONALDO TINEO F	
1373	OCTUBRE	22/10/2019	1180	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G2.	KENLY ACOSTA	
1455	NOVIEMBRE	2/11/2019	2849	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G3.	YAMPIER BRUNO	
1459	NOVIEMBRE	3/11/2019	2849	CORRECTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G2.	KENLY ACOSTA	
1461	NOVIEMBRE	3/11/2019	2849	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G3.	YAMPIER BRUNO	
1469	NOVIEMBRE	4/11/2019	2849	CORRECTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G1.	DAVID SARANGO JUAREZ	
1478	NOVIEMBRE	4/11/2019		PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	SEGÚN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIV	GA.	JOSE GARCIA	
1481	NOVIEMBRE	4/11/2019	2849	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G2.	KENLY ACOSTA	
1485	NOVIEMBRE	5/11/2019	2849	CORRECTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G1.	DAVID SARANGO JUAREZ	
1493	NOVIEMBRE	5/11/2019		PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	SEGÚN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIV	GA.	JOSE GARCIA	
1494	NOVIEMBRE	5/11/2019	2849	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G2.	KENLY ACOSTA	
1497	NOVIEMBRE	6/11/2019	2849	CORRECTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G3.	YAMPIER BRUNO	
1501	NOVIEMBRE	6/11/2019		PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	SEGÚN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIV	GA.	ALVERIO TINEO	JOSE G
1502	NOVIEMBRE	6/11/2019	2849	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G1.	DAVID SARANGO JUAREZ	
1506	NOVIEMBRE	7/11/2019	1313	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G3.	YAMPIER BRUNO	
1512	NOVIEMBRE	7/11/2019	2940	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G1.	DAVID SARANGO JUAREZ	
1514	NOVIEMBRE	7/11/2019	355	PREVENTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G1.	RONALDO TINEO F	
1535	NOVIEMBRE	11/11/2019	1334	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G1.	RONALDO TINEO F	
1547	NOVIEMBRE	12/11/2019	2678	CORRECTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G3.	YAMPIER BRUNO	
1554	NOVIEMBRE	13/11/2019	54	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G3.	DIEGO ARENAS	
1571	NOVIEMBRE	14/11/2019	4746	CORRECTIVO	NOCHE	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ELECTRICA	G3.	YAMPIER BRUNO	
1586	NOVIEMBRE	17/11/2019	571	PREVENTIVO	DIA	EXTRUSION	EXT-01	STARLINGER	STAREX 1500 ES	ACTIVIDADES PREVENTIVAS ADICIONALES	G1	RONALDO TINEO F	
REGISTRO DE FALLAS TOTAL DE HORAS DE PARADA INDICADORES CORREGIDO DESGLOSE DE PARADAS													

### Anexo 4: Solicitud de trabajo

		<b>SOLICITUD DE TRABAJO</b>				
		DESCRIPCION DE LA FALLA O NECESIDAD				
ÁREA:		FECHA:		/ /		
MAQUINA:		N° EQUIPO:				
TIPO DE ACTIVIDAD:		DIA/ NOCHE				
Preventivo <input type="checkbox"/>		Correctivo <input type="checkbox"/>				
TRABAJO POR REALIZAR /DEFECTO :		Operación (Cambio de malla, peine de cuchillas, aro de tejido, rodillo anilox, camiseta porta cliché, etc.)		<input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES :						
PARA SER LLENADO POR LA PERSONA QUE SOLICITA EL TRABAJO						
HORA EMISIÓN DE LA SOLICITUD	SUPERVISOR O LIDER DE PRODUCCIÓN	FIRMA POR EMISIÓN DE SOLICITUD	HORA DEL V°B° DE FINALIZACIÓN DEL TRABAJO	FIRMA POR V°B° DE FINALIZACION DEL TRABAJO		
:			:			
PARA SER LLENADO POR PERSONAL DE MANTENIMIENTO QUIEN RECIBE LA SOLICITUD						
HORA DE INICIO DEL TRABAJO	SUPERVISOR O TECNICO DE MANTENIMIENTO	HORA DE FINALIZACIÓN DEL TRABAJO	FIRMA			
:		:				



## Anexo 5: Registro de mantto preventivo

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				REGISTRO N°:			
				FECHA:		/ /	
				Nº S.D.T.:			
				DATOS DEL TECNICO RESPONSABLE			
				NOMBRE		APELLIDOS	CARGO
FABRICA	EL AGUILA S.R.L						
DATOS TECNICOS	N° MAQ	TIPO DE MAQUINA	MODELO	MARCA	TIPO DE MANTENIMIENTO	INICIO DE OPERACIÓN	
					MECANICO <input type="checkbox"/>		:
					ELECTRICO <input type="checkbox"/>		
					OTROS <input type="checkbox"/>		
DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO			INSTRUCTIVO CODIGO			REGISTRO DE HOROMETRO	
REPUESTOS REQUERIDOS							
N° SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES	CÓDIGO DEL REPUESTO	DESCRIPCIÓN DEL REPUESTO			UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	
PERSONAL NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS							
CARGO	NOMBRE MECÁNICO/ELECTRICISTA	N° GRUPO	HRS.REQUERIDAS	HRS.NORMAL		HRS.EXTRAS	HRS.NOCTURNOS
FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS							
FINALIZACION DE OPERACIÓN	SUPERVISOR	FECHA	FIRMA	JEFE DE MANTENIMIENTO		FECHA	FIRMA
:		/ /				/ /	
FOR-MAN-05/VERAGO2017							

Anexo 6: Tarjetas rojas correctivo

TARJETA DE ANOMALIA  
DE MAQUINA

FOR-MAN-23/VERAGO2018

Nro Tarjeta:

Sección:

Maquina:

Fecha

Hora

Detectado por:

Nombre:

Firma:

Descripción anomalía:

Recibido por:

Colocar tarjeta en máquina y mantenerla parada.  
Solo retirar la tarjeta al ser corregido la anomalía.

Resuelto por:

Nombre:

Firma:

Fecha:

Hora:

Observaciones

Conformidad:

Mantenimiento:

Producción: